

Universidad Miguel Hernández

TRABAJO FIN DE GRADO - PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

“FOAM-ROLLER COMO IMPLEMENTO PARA LA MEJORA DE LA RECUPERACIÓN POST- EJERCICIO”



GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

Alumno: Álvaro Correoso Castellanos
Tutor académico: Dr. Int. Francisco Ayala Rodríguez

Junio, 2017

RESUMEN

OBJETIVO: El objetivo de este Trabajo Final de Grado (TFG) fue analizar y comparar el efecto de la técnica Self - Myofascial Release (SMR) y un protocolo de estiramientos estáticos (PEE) como medida de recuperación post - ejercicio sobre el ROM, la fuerza – velocidad (Perfil F/V), la fuerza isométrica de la flexo – extensión de rodilla, el equilibrio dinámico unilateral (Y-Balance), y la percepción de dolor (VAS).

MÉTODO: Dos participantes asistieron al laboratorio en un total de 7 ocasiones con una duración aproximada de 60-90 minutos para cada una de ellas. Los sujetos participaron en 2 sesiones diferentes: 1) Calentamiento, EOMS, Protocolo de recuperación (PFR, PEE, PRP), y finalmente testeo de las variables o 2) Calentamiento y testeo de las variables.

RESULTADOS: No se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre las medidas post-48h y post-intervención cuando se utilizó el PFR.

CONCLUSIONES: El uso de Foam Roller como medida de recuperación no parece mejorar la recuperación post-ejercicio con respecto a medidas de recuperación clásicas como el estiramiento estático o la recuperación pasiva.

PALABRAS CLAVE: Liberación Miofascial, Auto Liberación Myofascial, Massage Roller, Roller Massager, dolor muscular.

ABSTRACT

PURPOSE: The aim of this TFG was analyze and compare Self-Myofascial Release (SMR) and static stretching effects as a recovery strategies post-exercise on Range of motion (ROM), force – velocity profile, flexion – extension knee isometric force, unilateral dynamic stability (Y-Balance test), and perceived pain (VAS).

METHODS: 2 males assisted 7 sessions to the laboratory, which session was about 90-60 minutes. The subjects participated in 2 different sessions: 1) They did a warm up, an EOMS training and one of the recovery protocols, and finally we tested the variables or 2) They did a warm up, and we tested the variables.

RESULTS: They were not clinical relevant differences between post-48h and post-exercise measurements when they did PFR.

CONCLUSIONS: Foam Roller as recovery tool does not improve recovery post-exercise about another recovery strategies as static stretching or passive recovery.

KEYWORDS: Myofascial Release, Self – Myofascial Release, Massage Roller, Roller Massager, muscular soreness.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. MATERIAL Y MÉTODO.....	7
2.1. Participantes.....	7
2.2. Diseño.....	7
2.3. VARIABLES.....	8
2.3.1. Variables Dependientes.....	8
2.3.1.1. Perfil Fuerza – Velocidad.....	8
2.3.1.2. Estabilidad Dinámica de Tren Inferior.....	9
2.3.1.3. Rango de Movimiento Articular (ROM).....	10
2.3.1.4. Fuerza Isométrica de la Flexo – Extensión de Rodilla.....	10
2.3.1.5. Escala del Dolor.....	11
2.3.2. Variables Independientes.....	12
2.3.2.1. Protocolo Foam Rolling.....	12
2.3.2.3. Protocolo Recuperación Pasiva.....	13
2.4. Entrenamiento Inducción DOMS (IDOMS).....	13
2.5. Calentamiento.....	14
2.6. Análisis Estadístico.....	14
3. RESULTADOS.....	14
3.1. Rango de Movimiento (ROM).....	14
3.2. Estabilidad Dinámica (ED).....	15
3.3. Fuerza Isométrica.....	16
3.4. Perfil Fuerza – Velocidad.....	17
3.5. Dolor experimentado por el participante (VAS).....	17
4. DISCUSIÓN.....	17
5. CONCLUSIONES.....	19
6. REFERENCIAS.....	19

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la práctica de ejercicio físico está siendo promovida por Instituciones Internacionales tan prestigiosas como la Organización Mundial de la Salud (OMS), debido a sus evidenciados beneficios sobre la condición física (término anglosajón FITNESS) y funcionalidad; así como por el menor riesgo de desarrollar diferentes patologías o enfermedades relacionadas con el sedentarismo y la inactividad (Eime, Young, Harvey, Charity & Payne, 2013).

La práctica de actividad física regular ha sido mostrada como elemento fundamental para la mejora de la calidad de vida y bienestar de los individuos (Pearson, Braithwaite, Biddle, Sluijs, & Atkin, 2014). Hoy en día, parece ser un factor clave para la realización o no de la misma, la duración de la propia sesión de ejercicio físico, siendo los programas de menor volumen en contraposición a la mayor intensidad, aquellos que actualmente están en alza. Esta práctica de ejercicio físico intenso, ha sido estudiada, demostrando ser útil para la mejora de la condición física (Scribbans, Vecsey, Hankinson, Foster & Gurd, 2016); y para la disminución del riesgo de padecer enfermedades asociadas al sedentarismo (Mansoubi, Pearson, Biddle & Clemes 2014)

A pesar de los beneficios que se le asignan, la práctica de ejercicio físico intenso por parte de personas no habituadas a menudo puede provocar dolor muscular de aparición tardía (termino anglosajón DOMS [delayed onset of muscle soreness]). (Mizumura & Taguchi, 2016). En particular, estas DOMS ocurren especialmente tras la ejecución de ejercicios o actividades donde predominan las contracciones musculares excéntricas, en las cuales el músculo es estirado a la vez que es contraído (Mizumura & Taguchi, 2016).

Las DOMS cursan con un periodo temporal de aparición que podría relatar 3 estadios: a) inexistencia de dolor (12 – 24h); b) pico de dolor (24 – 72h); y c) desaparición del dolor (>72h – 168h) (Mizumura & Taguchi, 2016). Este fenómeno en su segundo estadio produce una serie de alteraciones en el organismo, como son el descenso en la capacidad motora, relacionado éste con la reducción en la capacidad del sistema neuromuscular para generar fuerza y potencia, acompañado de una reducción en el rango de movimiento articular (ROM), así como de un incremento en la sensación subjetiva de dolor (Chapman, Newton, Sacco & Nosaka, 2006).

A pesar del conocimiento existente respecto a las consecuencias negativas que la aparición de DOMS genera en el sistema neuromuscular, aún es incierto cuál o cuáles son los mecanismos que causan su aparición (Chapman et al, 2006). Son diversas las teorías que intentan dar explicación a dicho fenómeno, siendo la “teoría de la generación de daño a nivel fibrilar y su posterior proceso inflamatorio”, la más aceptada por la literatura especializada (Mizumura & Taguchi, 2016). De acuerdo con los postulados de esta teoría, la aparición de DOMS podría estar relacionada con fenómenos mecánicos de hiperalgesia, alteraciones en el sistema nervioso central (SNC) que conducen a un estado de sensibilidad aumentado al dolor y cuyos efectos pueden suceder de forma aguda o persistir de forma crónica (Mizumura & Taguchi, 2016),

Por tanto, la aparición de DOMS como consecuencia de una práctica de ejercicio físico intenso a menudo impacta de forma negativa en la capacidad motora del organismo, interfiriendo en las actividades de la vida diaria y el bienestar de las personas, siendo necesario por tanto la utilización de estrategias o técnicas que permitan reducir la magnitud y duración de sus efectos negativos (Mizumura & Taguchi, 2016).

En la literatura científica han sido descritas diversas técnicas y estrategias para paliar los efectos negativos de las DOMS (tabla 1.). Entre todas estas técnicas destacan por su alta popularidad: a) la ejecución de estiramientos estáticos; así como b) la aplicación de masajes

(Cheung, Hume et Maxwell, 2003). Dentro de la terapia consistente en masajes, en los últimos años la denominada “Self – Myofascial Release” o “Auto Liberación Myofascial (SMR o SFMR)” ha experimentado un crecimiento importante en su popularidad entre los profesionales de las Ciencias de la Salud y del Deporte (Cheatham, Kolber, Cain & Lee, 2015).

Tabla 1. Técnicas/Estrategias utilizadas habitualmente para el tratamiento de las DOMS. (Extraído de Cheung, Hume & Maxwell 2003)

Estrategia	Objetivo
Crioterapia	Aplicación de frío en la musculatura implicada con el objetivo de reducir los procesos inflamatorios
Anti – Inflamatorios o NSAIDs	Aplicación de métodos farmacológicos con el objetivo de reducir la respuesta inflamatoria.
Ultrasonido	Aplicación de ondas con el objetivo de incrementar el flujo sanguíneo hacia la musculatura afectada y acelerar los procesos de recuperación
Corrientes Eléctricas	Aplicación de impulsos eléctricos, con el objetivo de acelerar los procesos de recuperación.
Compresión	Utilización de elementos compresivos durante la realización de la propia actividad, con el objetivo de prevenir la aparición de los procesos inflamatorios.
Terapia Hiperbárica (HBOT)	Con el objetivo de acelerar los procesos de recuperación y regeneración a nivel muscular, por la mayor oxigenación del organismo.
Ejercicio Físico	Utilización del propio ejercicio físico con el objetivo de incrementar el flujo sanguíneo hacia la zona afectada, con el fin de eliminar una mayor cantidad de productos de deshecho y acelerar los fenómenos de recuperación.
Masaje	Tratamiento terapéutico a través del fisioterapeuta.

La SMR se caracteriza por ser aplicada con una serie de implementos propios, como el Foam Roller y el Roller Massager (figura 1.) (Beardsley & Skarabot, 2015). A través de esta técnica, ha sido sugerido que se podría incidir en el tejido conectivo fascial de mayor superficialidad



Figura 1. Foam Rolling (FM) & Roller Massager (RM)

El tejido conectivo fascial se caracteriza principalmente por su capacidad de transmisión de información al SNC debido a su gran cantidad de mecanorreceptores y quimiorreceptores (Gautschi, 2012) así como por su capacidad de transmitir/distribuir las fuerzas a los huesos/músculos contiguos; presentando una mayor capacidad para soportar tensión al estiramiento y fuerza excéntrica, en su tejido más superficial o subcutáneo, así como por una mayor capacidad para transmitir información hacia el SNC, en su tejido más profundo (Freiwald et al., 2016).

Las primeras publicaciones encontradas sobre el Foam Roller datan del año 2013, pero la indagación sobre esta técnica está actualmente en auge, por los beneficios que supuestamente se le atribuyen a su aplicación (Freiwald et al., 2016):

- Mayor eficiencia en el calentamiento, y mejora del flujo sanguíneo hacia los músculos implicados en la actividad.
- Mejora de la capacidad anaeróbica.
- Mejora en parámetros de fuerza y salto.
- Mejora de la flexibilidad (ROM).
- Mejora de la capacidad sensorio-motora, así como de la coordinación.
- Reducción e inicio retrasado de la rigidez/dolor muscular (DOMS).
- Reducción del tono muscular y de la fascia.

Un gran porcentaje, de los escasos estudios que aparecen en la bibliografía actual han utilizado esta técnica en el tren inferior para estudiar su efecto como medida para mejorar la recuperación muscular tras una sesión de trabajo con predominancia de la contracción excéntrica, donde se induzca daño muscular, reportando: a) disminución en la percepción subjetiva de dolor; b) incremento del ROM; c) disminución en el descenso en el rendimiento en salto y sprint. (Cavanaugh, Döweling, Young, Quigley, Hodgson, Whitten, Reid, Aboodarda et Behm, 2016; Gregory, Bradbury-Squires, Kawamoto, Drinkwater, Behm & Button, 2015; MacDonald, Button, Drinkwater & Behm, 2013).

A pesar de la disparidad en los protocolos empleados para la realización de la SMR utilizando el Foam Roller como implemento, podrían destacarse una serie de puntos en común, como son: a) la utilización de una o dos series, en las cuales se involucran los grupos musculares de la parte anterior y posterior de muslo y pierna; b) la duración de la ejecución, la cual oscila entre los 30 y los 60 segundos por serie, con un descanso de 15 a 30 segundos entre las mismas; y por último, c) la ejecución del movimiento, el cual se realiza partiendo desde la zona proximal de la musculatura hacia la parte distal de la misma, y aplicando una presión que el individuo considere moderada, en el caso de la escala del dolor correspondiente

a un 7/10 (Beardsley & Skarabot, 2015; Cavanaugh et al., 2016; Cheatham et al., 2015; Freiwald et al., 2016; Gregory et al., 2015; McDonald et al., 2013; Shcroeder & Best, 2015).

Por su parte, la utilización de los estiramientos estáticos tras el entrenamiento, ha sido justificada por sus beneficios, los cuales guardan una estrecha similitud, con los mencionados para la técnica SMR y entre los que se podrían destacar: a) la disminución del dolor muscular; b) el aumento del rango de movimiento de una articulación; c) la reducción del riesgo de lesiones (Ayala, Sainz de Baranda & Cejudo 2012).

Dada la escasa evidencia actual sobre los beneficios asociados a esta nueva técnica de auto liberación miofascial utilizando el Foam Roller como implemento para su ejecución (Krause, Wilke, Niederer, Vogt, & Banzer, 2017), el objetivo de este trabajo final de grado (TFG) fue analizar y comparar el efecto de la SMR y un protocolo de estiramientos como medida de recuperación post - ejercicio sobre el ROM, la fuerza – velocidad (Perfil F/V), la fuerza isométrica de la flexo – extensión de rodilla, el equilibrio dinámico unilateral (Y-Balance), y la percepción de dolor (VAS).

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Participantes

Se reclutó un total de dos participantes (tabla 2.), estudiantes del grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (CAFD), de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), físicamente activos (realizar un mínimo de 3 sesiones de actividad física a la semana de aproximadamente 30 – 60 minutos).

Tabla 2. Características antropométricas de los participantes.

Parámetros	Participante A	Participante B	Media (SD)
Edad (años)	23	27	25 (± 2,83)
Altura (m)	1,79	1,78	1,79 (± 0.01)
Peso Corporal (kg)	81	78	79,5 (± 2,12)
IMC (kg/m ²)	25,3	24,6	24,9 (± 0,47)
Longitud Pierna (cm)	92	91	91,5 (± 0,71)

Como criterios de inclusión se establecieron los siguientes: a) no padecer ningún tipo de patología en el sistema músculo – esquelético que pudiera limitar su participación en el estudio; b) no realizar en el momento de la intervención, actividad física vigorosa.

2.2. Diseño

Se siguió un diseño de investigación cruzado o cross – over, con una estructura pre-test, post-test y re-test, además de una fase de intervención (figura 2.).

La duración del estudio, fue de 4 semanas, en las cuales los sujetos asistieron al laboratorio en un total de 7 sesiones, con una duración aproximada de 90 minutos en el caso de las sesiones de mayor duración, o 60 minutos en el caso de las sesiones de menor duración. Asimismo, las sesiones tenían lugar a las 13:00h en días no consecutivos (martes y jueves dentro de la misma semana).

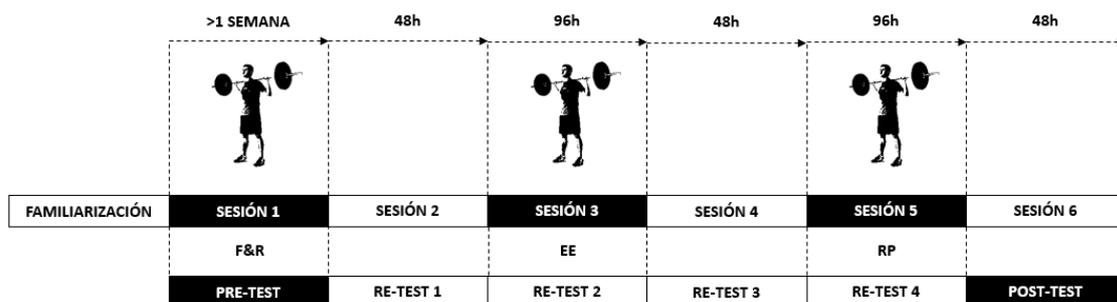


Figura 2. Diseño Experimental

Así, se realizó una sesión de familiarización, previa a la primera evaluación de los participantes, en la cual, se introdujo y practicaron los distintos test que serían utilizados para la medición de las variables dependientes (YBT, VAS, Dinamómetro Manual, MySprint), así como los protocolos que serían implementados post ejercicio (Variables Independientes): a) foam roller (F&R); b) estiramientos estáticos (EE); c) recuperación pasiva (RP), los cuales conformarían las variables independientes del estudio.

En todas las sesiones, se testearon las variables dependientes, tras haber realizado previamente, en el caso de las sesiones 1, 3 y 5, el protocolo de entrenamiento previsto, así como el protocolo de intervención post ejercicio (variable independiente).

En las sesiones 2, 4 y 6, únicamente se realizaron las pruebas de evaluación oportunas, tras la ejecución de un calentamiento previo.

2.3. Variables

2.3.1. Variables Dependientes

2.3.1.1. Perfil Fuerza – Velocidad

Para evaluar el rendimiento muscular de los participantes se utilizó la aplicación “MySprint” (Samozino, Rabita, Dorel, Slawinski, Peyrot, Sáez de Villa & Morin, 2015).

En este sentido, esta aplicación permite establecer el perfil F-v o P-v del deportista a través del uso, tanto de variables antropométricas (Peso Corporal (kg) y Estatura (m)), como variables o datos espacio temporales, tomados del análisis cinemático de la ejecución de un sprint máximo: tiempo fraccionado de sprint (Split Time) y tiempo velocidad (Velocity – Time).

Para ello (figura 3), se colocó el dispositivo móvil en el plano lateral a la ejecución, fijándose éste a través de un trípode, a una distancia de 18 m; y se estableció la distancia a recorrer durante el sprint, así como las marcas necesarias, utilizadas por la aplicación para el establecimiento del perfil F-v o P-v del participante, las cuales están bien definidas dentro de la misma: 40 metros de sprint, en el cual se establecen 6 marcas: 5, 10, 15, 20, 30, 40. (Romero – Franco, Jiménez-Reyes, Castaño-Zambudio, Capelo-Ramírez, Rodríguez-Juan, González-Hernández, Toscano-Bendala, Cuadrado-Peñañiel & Balsalobre-Fernández, 2016).

Se instruyó a los participantes para que comenzaran detrás de la línea de salida, y se estableció como paso por la marca, en aquel momento en el que el individuo cruzara con su Centro de Gravedad (CG) la misma.

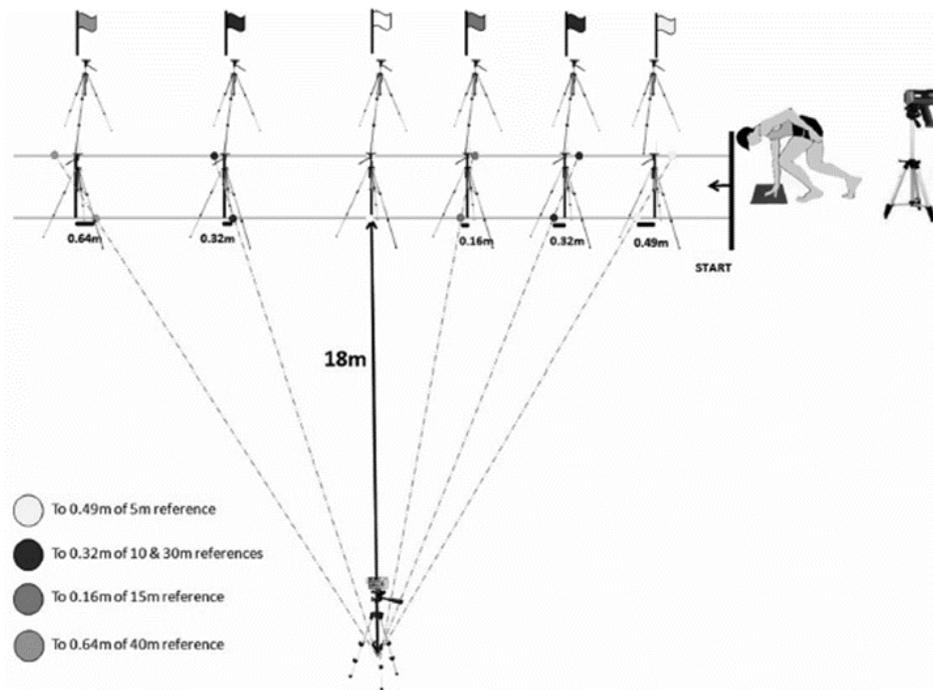


Figura 3. Perfil Fuerza-Velocidad ("MySprint"). Extraído de Romero-Franco, N., Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Rodríguez-Juan, J. J., González-Hernández, J., ... & Balsalobre-Fernández, C. (2016).

2.3.1.2. Estabilidad Dinámica de Tren Inferior.

Para evaluar la estabilidad dinámica del tren inferior se utilizó el Y-Balance Test (Shaffer, Teyhen, Lorenson, Warren, Koreerat, Straseske & Childs, 2013).

Este test, contabiliza la distancia recorrida (cm) por la pierna libre en tres direcciones: anterior, posteromedial y posterolateral. Así, esta prueba, refleja la estabilidad dinámica de la pierna en apoyo (figura 4)

Se instruyó a los participantes para que la pierna de apoyo recayera sobre el centro de la plataforma, y para que desplazaran el instrumento deslizando en cada dirección; de manera progresiva.

Los intentos fueron descartados y repetidos cuando el participante fue incapaz de: a) mantener apoyada la totalidad de la superficie del pie de apoyo en la plataforma; b) no mantuvo el equilibrio tras la ejecución del movimiento; c) no fue capaz de desplazar el instrumento de manera progresiva, impulsándolo por su marca establecida. Para ello se registraron un total de tres intentos válidos para cada dirección, en ambas piernas. El promedio de los tres intentos fue utilizado para el posterior análisis estadístico.

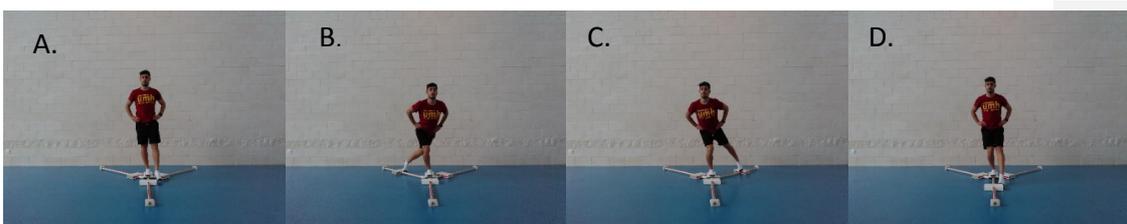


Figura 4. Y – BALANCE TEST (A. Postura Inicial; B. Deslizamiento Postero-Medial; C. Deslizamiento Postero-Lateral; D. Deslizamiento Anterior)

2.3.1.3. Rango de Movimiento Articular (ROM)

Para la valoración del ROM se realizó la versión corta del protocolo ROM – Sport Modificada (figura 5.), (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2015).

Así, se utilizaron un total de siete test, de los cuáles, únicamente fueron seleccionados los siguientes: a) “Test de Elevación de la Pierna Recta” (FCRE), para isquiosurales; b) “Test de Elevación de la Pierna con la Rodilla Flexionada” (FC), para el glúteo mayor; c) “Test de Thomas modificado” (EC), para el psoas ilíaco; d) “Test de Thomas modificado” (FR), para el cuádriceps.

A través estos test se mide indirectamente la extensibilidad de los principales grupos musculares de la extremidad inferior, definiendo los resultados de esta medición, el perfil de flexibilidad de dicha extremidad (Sainz de Baranda, Cejudo, Ayala & Santonja, 2015).

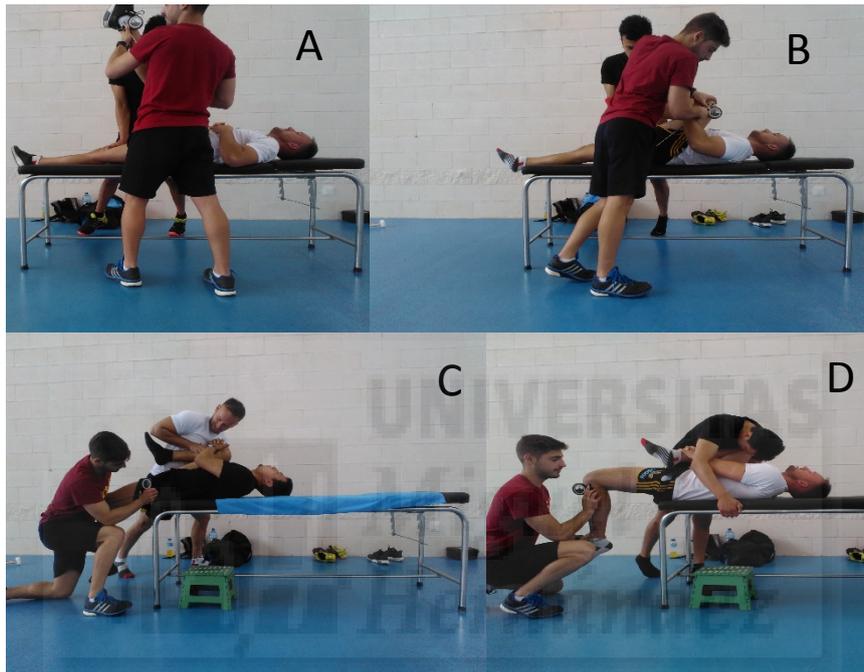


Figura 5. ROM – Sport, versión corta. (A. FCRE; B. FC; C. EC; D. FR)

2.3.1.4. Fuerza Isométrica de la Flexo – Extensión de Rodilla

Para la valoración de la fuerza isométrica de la Flexo – Extensión de la Rodilla se utilizó un dinamómetro manual (Modelo Lafayette, {figura 6}). La fuerza isométrica de extensores de rodilla fue medida con el participante sentado en un banco (FLEXIÓN DE CADERA 45º) como el que aparece en la figura 6 (Krause, Neuger, Lambert, Johnson, DeViny & Hollman, 2014).

Se midió la fuerza ejercida por los mismos a una angulación de 120º de flexión de la rodilla; así mismo la fuerza isométrica de los flexores de la rodilla fue medida con el sujeto en la misma posición, pero a una angulación de 70º de Extensión de la Rodilla (figura 7).



Figura 6. Banco medición Fuerza Isométrica y Dinamómetro manual Lafayette.

Los participantes fueron instruidos para llegar al máximo esfuerzo de forma progresiva, desde que el dinamómetro realizara la señal de primer contacto; y mantener dicho nivel durante 3 segundos, empujando “lo más fuerte que pudieran”, hasta que el dinamómetro realizara la señal que indicaba el final de la prueba.

Se realizaron dos intentos, los cuales se tomaron como válidos cuando entre ambos no existiera una diferencia mayor a un 10%. El máximo valor (N) obtenido de dos intentos por cada grupo muscular, fue multiplicado por la longitud de palanca (m) y normalizado por el peso corporal de los participantes (kg) (Luedke, Heiderscheit, Williams & Rauh, 2015).

En particular, la longitud de la palanca para los flexores y extensores de la rodilla fue medida desde la línea medial de la rodilla, hasta 5 cm menos que la línea medial del maléolo tibial. (Luedke, Heiderscheit, Williams & Rauh, 2015).



Figura 7. Valoración de la Fuerza Isométrica: A. Musculatura flexora de rodilla; B. Musculatura extensora de la rodilla.

2.3.1.5. Escala del Dolor

A la hora de abordar la valoración del dolor experimentado por el participante, es importante recordar, el origen experimental del mismo, es decir, no nos encontramos ante un dolor clínico causado por un proceso patológico, sino ante una sensación de dolor experimentada por la introducción de una serie de estímulos (en nuestro caso los ejercicios de entrenamiento) controlando su volumen e intensidad (Serrano-Atero, Caballero, Cañas, García-Saura, Serrano-Álvarez & Prieto, 2002).

Para la valoración del dolor asociado al padecimiento de DOMS, experimentado por los participantes, tras la aplicación del protocolo de entrenamiento; se utilizó la escala visual analógica (VAS).

Éste es el método empleado con mayor frecuencia para la valoración del dolor, la cual cuantifica la sensación de dolor evocada; a través de una marca que realiza el participante en una línea de 10 cm y que representa el espectro continuo de la experiencia dolorosa, apareciendo únicamente en los extremos, las descripciones “no dolor” en un extremo y “el peor dolor imaginable” en el otro (Figura 6) (Sindhu, Schechtman & Tuckey, 2011).

Los participantes únicamente tuvieron que indicar la percepción de dolor que padecían tras acabar la sesión de entrenamiento, y momentos después, tras la realización del protocolo de intervención.

Escala Analógica Visual (VAS): marcar con una X el lugar que corresponda a lo largo de la línea.

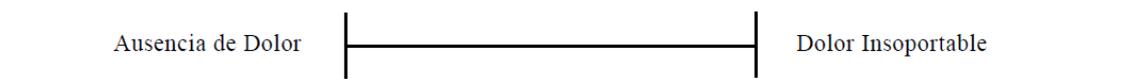


Figura 2. Escala Analógica Visual (VAS)

2.3.2. Variables Independientes

2.3.2.1. Protocolo Foam Rolling

Para el protocolo Foam Rolling (PFR), se utilizaron un total de 6 ejercicios indicados para el trabajo de los grupos musculares: a) isquiosural; b) cuádriceps; c) tensor fascia lata; d) gemelo; e) glúteo; los cuales fueron extraídos del documento “A guide to the foam roller”. (figura 7)

El protocolo tuvo una duración total de 10 minutos. Para ello los participantes realizaron 2 series de 30 segundos de Foam Rolling para cada ejercicio, y en ambas piernas.

El masaje se ejecutó de la zona proximal a la inserción muscular, hacia la zona distal de la misma, sin incluir descansos entre series.

Como implemento, se utilizó un Foam Roller (Rodillo masaje Foam Roller, Domyos), de 38 centímetros de longitud y 13 centímetros de diámetro, cuya composición era 100% poliuretano, en la superficie utilizada para aplicar el masaje y 100% polipropileno, en la estructura encargada de evitar la deformación del implemento.

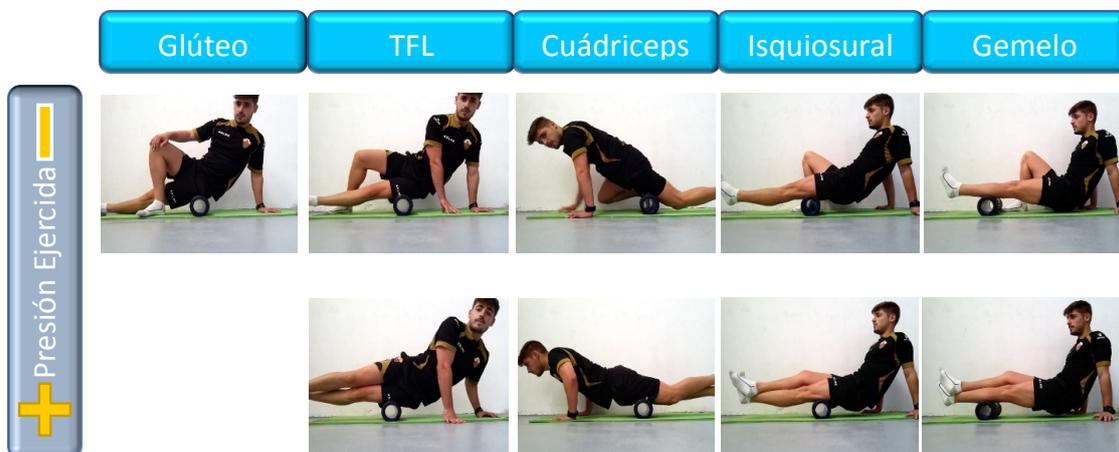


Figura 7. Ejercicios con Foam Rolling

2.3.2.2. Protocolo Estiramiento Estático

Para el protocolo de Estiramiento Estático (PEE) se seleccionaron un total de 6 ejercicios indicados para el trabajo de los grupos musculares: a) isquiosural; b) cuádriceps; c) tensor fascia lata; d) gemelo; e) glúteo. (figura 8.)

El protocolo tuvo una duración total de 10 minutos, donde los participantes realizaron 2 series de 30 segundos de estiramiento estático para cada grupo muscular, en ambas piernas; sin incluir descansos entre series.

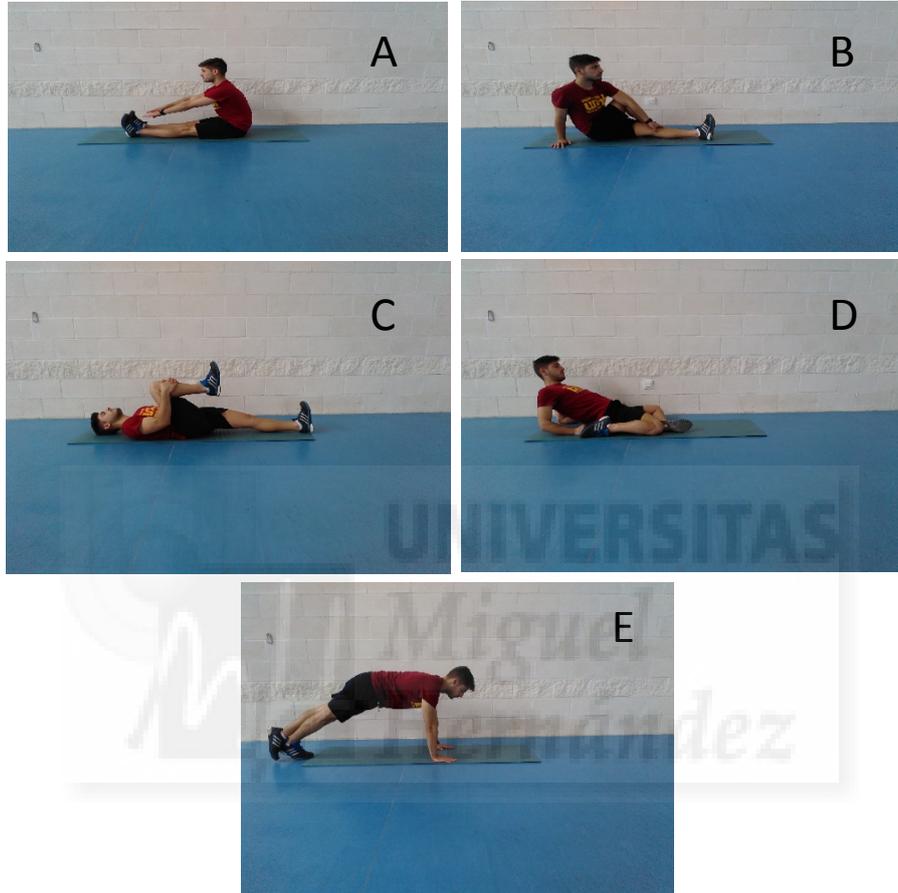


Figura 8. Estiramientos Estáticos

2.3.2.3. Protocolo Recuperación Pasiva.

Para el protocolo Recuperación Pasiva (PRP) los sujetos se mantuvieron inactivos, durante un total de 10 minutos.

2.4. Entrenamiento Inducción DOMS (IDOMS)

Tras realizar una revisión bibliográfica, se empleó un tipo de entrenamiento similar al planteado en varios estudios previos (MacDonald, Button, Drinkwater & Behm. (2014); Pearcey, Bradbury-Squires, Kawamoto, Drinkwater, Behm, & Button (2015)).

Así, este entrenamiento consistía en la realización de 10 series, de 10 repeticiones, con un descanso de 30 segundos entre series, acentuando la fase excéntrica siguiendo un ritmo de 3 segundos de fase excéntrica, y 1 segundo de fase concéntrica, aplicando el 60% de la RM del individuo, en el movimiento de "Back Squat" (McDonald et al., 2014; Pearcey et al., 2015)

2.5. Calentamiento

Replicando el calentamiento utilizado por anteriores estudios, se realizó una puesta en marcha en cicloergómetro a una cadencia de 70 rpm durante 5 minutos (McDonald et al., 2013; Couture, Karlik, Glass & Hatzel, 2014; Pearcey et al., 2015). Tras la misma se procedió a realizar la evaluación, y posterior a ésta, los días convenientes, se ejecutó el Entrenamiento de Inducción DOMS (IDOMS).

2.6. Análisis Estadístico

Al ser un estudio de casos clínicos, los resultados obtenidos fueron analizados a nivel cualitativo y se utilizó el cambio, tanto en valores absolutos como porcentual, como parámetro para comparar los valores iniciales (pre-test) contra los valores finales (post- y re-test).

En este sentido, se consideró un efecto relevante en las medidas obtenidas en las diferentes pruebas de valoración y entre ambas sesiones de evaluación inicial cuando una variación mayor del 10% fue registrada, con la excepción de las medidas de flexibilidad (dada su métrica), donde una mejora de al menos 6º fue necesaria para calificar el cambio como relevante (Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos & Vagenas, 2011).

3. RESULTADOS

Ambos participantes completaron las 7 sesiones en laboratorio que conformaban el estudio. Una vez extraídos los datos se procedió al análisis de las diferencias en la recuperación, entre tiempo de recuperación (post – intervención y tras 48h post intervención) o entre protocolos (diferencias entre protocolo foam roller o protocolo de estiramientos).

3.1. Rango de Movimiento (ROM)

En el caso del participante A, se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre las medidas post-48h y post-intervención, en EC (PFR: -12º; PRP: 12º); FCRE (PFR: -20º; PEE: -20º); FR (PFR:-12º); así como diferencias clínicamente relevantes con respecto a PFR, para los valores obtenidos por PRP, en EC post – intervención (8º vs 22º) o post – 48h (20º vs 10º), FCRE post – intervención (60º vs 78º), FR post – intervención (120º vs 130º), este último también presentando diferencias clínicamente relevantes con respecto a PFR, cuando se utilizó el PEE (120º vs 130º) (tabla 1). Además, también se encontraron diferencias clínicamente relevantes con respecto al PEE, cuando se utilizó PRP, en FCRE post – intervención (60º vs 80º).

En el caso del participante B, se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre las medidas post-48h y post-intervención, en FCRE (PEE: -8º; PRP: -41º); FR (PRP: -42º); así como diferencias clínicamente relevantes con respecto a PFR, cuando se utilizó PEE, en FCRE post – intervención (108º vs 100º); así como cuando utilizó el PRP, en FCRE post-intervención (64º vs 105º) y en FR post – 48h (118º vs 155º). Además, también se encontraron diferencias clínicamente relevantes con respecto a PEE, cuando se utilizó PRP, en FCRE post-intervención (64º vs 100º) y en FR (118º vs 160º) (tabla 1).

Tabla 1: Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de rango de movimiento medidas después de la intervención y a las 48 horas.

Rango de Movimiento (°)	Participante A			Participante B		
	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva
FC_{RF}						
▪ Post-Int	140	140	136	140	142	140
▪ Post-48	138	138	140	140	140	140
▪ Δ	-2	-2	-4	0	-2	0
EC						
▪ Post-Int	22	12	8 [‡]	21	15	20
▪ Post-48	10	8	20 [‡]	20	18	20
▪ Δ	-12*	-4	12*	-1	3	0
FC_{RE}						
▪ Post-Int	78	80	60 ^{‡,Y}	100	108 [‡]	105
▪ Post-48	58	60	64	105	100	64 ^{‡,Y}
▪ Δ	-20*	-20*	4	5	-8*	-41*
FR						
▪ Post-Int	130	120 [‡]	120 [‡]	155	162	160
▪ Post-48	115	120	118	155	160	118 ^{‡,Y}
▪ Δ	-15*	0	-2	0	-2	-42*

*: diferencias clínicamente relevantes (>6°) entre post-48 y Post-Int; ‡: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Foam Roller; †: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Estiramiento Estático; Δ: diferencia en valores absolutos entre las mediciones Post-48 y Post-Int.

3.2. Estabilidad Dinámica (ED)

En ambos participantes, no se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre las medidas post-48h y post-intervención (tabla 2).

Sin embargo, en el participante A si se encontraron diferencias clínicamente relevantes con respecto a PFR, en comparación con los valores obtenidos tras PRP, en los valores YBT_{MÁX.COMP.} (96cm vs 109cm) e YBT_{PRO.COMP.} (93cm vs 106cm) post – intervención. Igualmente, se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre los valores obtenidos tras PEE, y PRP, en los valores de YBT_{MÁX.COMP.} (96cm vs 100), e YBT_{PRO.COMP.} (93cm vs 100) post – intervención.

Por otra parte, en cuanto al participante B, se encontraron diferencias clínicamente relevantes con respecto al PFR, y en comparación con PEE, en los valores de YBT_{MÁX.ANT.} (64cm vs 57cm).

Tabla 2: Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de estabilidad dinámica medidas después de la intervención y a las 48 horas.

Estabilidad Dinámica (cm)	Participante A			Participante B		
	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva
YBT_{MÁX.ANT.}						
▪ Post-Int	61	59	57	57	64 [‡]	59
▪ Post-48	62	60	59	60	63	57
▪ Δ	1	1	2	3	-1	-2
YBT_{MÁX.COMP.}						
▪ Post-Int	109	103	96 ^{‡,Y}	95	99	96
▪ Post-48	103	99	100	97	98	96
▪ Δ	-7	-4	4	3	-1	0
YBT_{PRO.ANT.}						
▪ Post-Int	59	58	56	57	62	58
▪ Post-48	58	58	57	60	61	55
▪ Δ	-1	1	1	3	-1	-4
YBT_{PRO.COMP.}						
▪ Post-Int	106	100	93 ^{‡,Y}	94	97	95
▪ Post-48	99	98	97	96	97	94
▪ Δ	-7	-2	4	2	0	0

*: diferencias clínicamente relevantes (>10%) entre post-48 y Post-Int; ‡: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Foam Roller; †: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Estiramiento Estático; Δ: diferencia en valores absolutos entre las mediciones Post-48 y Post-Int.

3.3. Fuerza Isométrica

En el caso del participante A, se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre las medidas post-48h y post-intervención, en FLEXIÓN_{ABS} (PFR: - 90N), EXTENSIÓN_{ABS} (PFR: - 122N), FLEXIÓN_{REL} (PFR: -46N) y EXTENSIÓN_{REL} (PFR: -62N) (tabla 3).

Además, se encontraron diferencias clínicamente relevantes con respecto a PFR, cuando se utilizó PEE, en FLEXIÓN_{ABS} (325N vs 379N) y FLEXIÓN_{REL} (165N vs 192N) post – intervención, en EXTENSIÓN_{ABS} (482N vs 367N) y EXTENSIÓN_{REL} (244N vs 186N) post-48h; así como cuando se utilizó PRP, en FLEXIÓN_{ABS} (332N vs 379N) y FLEXIÓN_{REL} (168N vs 192N) post-intervención y en FLEXIÓN_{ABS} (335N vs 289N) y FLEXIÓN_{REL} (170N vs 146N) post-48; al igual que ocurrió en la EXTENSIÓN_{ABS} (443N vs 489N) y EXTENSIÓN_{REL} (224N vs 248N) post-intervención, y en EXTENSIÓN_{ABS} (436N vs 367N) y EXTENSIÓN_{REL} (221N vs 186N) post-48h.

Por otra parte, se encontraron diferencias clínicamente relevantes con respecto a PEE, cuando se utilizó PFR, en la FLEXIÓN_{ABS} (289N vs 308N) y FLEXIÓN_{REL} (186N vs 244N) post-48; así como cuando se utilizó PRP, en la EXTENSIÓN_{ABS} (443N vs 513N) y EXTENSIÓN_{REL} (224N vs 260N) post-intervención, y en EXTENSIÓN_{ABS} (436N vs 482N) y EXTENSIÓN_{REL} (221N vs 244N) post-48h.

En el caso del participante B, se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre post-48h y post-intervención, en FLEXIÓN_{ABS} (PFR: - 74N; PRP: 47N), EXTENSIÓN_{ABS} (PFR: -89N; PEE: 191N; PRP: 157N), FLEXIÓN_{REL} (PFR: -38N; PRP: 24N) y EXTENSIÓN_{REL} (PFR: -46N; PEE: 98N; PRP: 81N) (tabla 3).

Además, se encontraron diferencias clínicamente significativas con respecto a PFR, cuando se utilizó PEE, en FLEXIÓN_{ABS} (284N vs 354N), FLEXIÓN_{REL} (146N vs 182N), EXTENSIÓN_{ABS} (307N vs 464N) y EXTENSIÓN_{REL} (157N vs 238N) post-intervención, y en EXTENSIÓN_{ABS} (498N vs 375N) y EXTENSIÓN_{REL} (255N vs 192N) post-48h; así como cuando se utilizó PRP, en la totalidad de los valores tanto post-intervención como post-48h.

Por otra parte, se encontraron diferencias clínicamente relevantes con respecto a PEE, cuando se utilizó PFR, en FLEXIÓN_{ABS} (354N vs 284N), FLEXIÓN_{REL} (182N vs 146N), EXTENSIÓN_{ABS} (464N vs 307N) y EXTENSIÓN_{REL} (238N vs 157N) post-intervención, y en EXTENSIÓN_{ABS} (375N vs 498N) y EXTENSIÓN_{REL} (192N vs 255N) post-48h; así como cuando se utilizó PRP, en la totalidad de los valores tanto post-intervención como post-48h.

Tabla 3: Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de fuerza isométrica después de la intervención y a las 48 horas.

Fuerza Isométrica (N)	Participante A			Participante B		
	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva
FLEXIÓN _{ABS}						
▪ Post-Int	379	325 [‡]	332 [‡]	354 [‡]	284 [‡]	264 [‡]
▪ Post-48	289 [‡]	308	335 [‡]	280	289	311 [‡]
▪ Δ	-90*	-17	3	-74*	5	47*
EXTENSIÓN _{ABS}						
▪ Post-Int	489	513	443 ^{‡,‡}	464 [‡]	307 [‡]	339 [‡]
▪ Post-48	367 [‡]	482 [‡]	436 ^{‡,‡}	375 [‡]	498 [‡]	496 [‡]
▪ Δ	-122*	-31	-7	-89*	191*	157*
FLEXIÓN _{REL}						
▪ Post-Int	192 [‡]	165 [‡]	168 [‡]	182 [‡]	146 [‡]	135 ^{‡,‡}
▪ Post-48	146	156	170 [‡]	144	148	159 [‡]
▪ Δ	-46*	-9	2	-38*	3	24*
EXTENSIÓN _{REL}						
▪ Post-Int	248	260	224 ^{‡,‡}	238 [‡]	157 [‡]	174 ^{‡,‡}
▪ Post-48	186 [‡]	244 [‡]	221 [‡]	192 [‡]	255 [‡]	254 [‡]
▪ Δ	-62*	-16	-4	-46*	98*	81*

*: diferencias clínicamente relevantes (>10%) entre post-48 y Post-Int; ‡: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Foam Roller; †: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Estiramiento Estático; Δ: diferencia en valores absolutos entre las mediciones Post-48 y Post-Int.

3.4. Perfil Fuerza – Velocidad

En ambos participantes, no se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre las medidas post-48h y post-intervención para la variable Tiempo Total (s). Sin embargo, en el caso del participante A, se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre las medidas post-48h y post-intervención, para la variable Potencia Máxima (W/kg), cuando se utilizó PRP; así como en el caso del participante B, independientemente del protocolo utilizado (tabla 4).

3.5. Dolor experimentado por el participante (VAS)

En el caso del participante A, se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre post-48h y post-intervención, tras la utilización de PFR (1,6cm) y PRP (1,7cm). Únicamente se observaron diferencias clínicamente relevantes con respecto al PFR, cuando se utilizó PEE (0,6cm vs 2cm) (tabla 5).

En el caso del participante B, no se encontraron diferencias clínicamente relevantes entre post-48h y post-intervención, ni diferencias con respecto al tratamiento utilizado.

Tabla 4: Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables del Perfil Fuerza – Velocidad del participante medidas después de la intervención y a las 48 horas.

Perfil F-V	Participante A			Participante B		
	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva
Tiempo Total _(s)						
▪ Post-Int	18,69	20,13 [‡]	19,35 [‡]	18,68	18,64	18,94
▪ Post-48	19,43	19,62	19,58	19,19 [‡]	18,55	18,45
▪ Δ	0,74	-0,52	0,23	0,51	-0,09	-0,49
P.Máx (W/kg)						
▪ Post-Int	0,35	0,31 [‡]	0,34	0,34 [‡]	0,41	0,35 [‡]
▪ Post-48	0,33	0,33	0,31	0,31	0,37	0,31
▪ Δ	-0,02	0,02	-0,03*	-0,03*	-0,04*	-0,04*

*: diferencias clínicamente relevantes (>10%) entre post-48 y Post-Int; ‡: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Foam Roller; †: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Estiramiento Estático; Δ: diferencia en valores absolutos entre las mediciones Post-48 y Post-Int.

Tabla 5: Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables del dolor experimentado por el participante medidas después de la intervención y a las 48 horas.

Sensación dolorosa	Participante A			Participante B		
	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva	Foam Roller	Estiramiento Estático	Recuperación Pasiva
VAS (cm)						
▪ Post-Int	0,4	0,4	0,7	1,3	1,2	2,0
▪ Post-48	2,0	0,6 [‡]	2,3	2,2	1,6	2,1
▪ Δ	1,6*	0,1	1,7*	0,9	0,3	0,1

*: diferencias clínicamente relevantes (>1cm) entre post-48 y Post-Int; ‡: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Foam Roller; †: diferencias clínicamente relevantes con respecto al tratamiento Estiramiento Estático; Δ: diferencia en valores absolutos entre las mediciones Post-48 y Post-Int.

4. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo final de grado (TFG) fue analizar y comparar el efecto de la SMR, utilizando como implemento el Foam Roller, un protocolo de estiramientos y un protocolo de recuperación pasiva como medidas de recuperación post - ejercicio sobre el ROM, la fuerza – velocidad (Perfil F/V), la fuerza isométrica de la flexo – extensión de rodilla, el equilibrio dinámico unilateral (Y-Balance), y la percepción de dolor (VAS), en dos participantes.

Es necesario recalcar como aspecto relevante y fundamental, la novedad de este implemento para realizar la SMR, ya que la mayoría de los estudios que han analizado el efecto de la SMR post-ejercicio o como medida de calentamiento, lo han hecho habitualmente utilizando Massage Roller – Roller Massager o Foam Roller indistintamente, siendo los

beneficios que reportan cada uno de estos implementos, totalmente distintos (Beardsley & Skarabot, 2015; Cheatham et al., 2015; Schroeder & Best 2015).

Por otra parte, tras analizar los datos del presente trabajo relacionados con la variable rango de movimiento (ROM), nos encontramos con la controversia de la literatura actual, ya que el Foam Roller no parece proporcionar beneficios de forma aguda, en cuanto a la recuperación se refiere, ocurriendo en el caso del participante A peores recuperaciones en EC, FCRE y FR, que cuando se utilizan otro tipo de protocolos (PEE/PRP), o en el caso del participante B, no reportando diferencias clínicamente significativas respecto a la utilización de PFR o de otro cualquiera (Jay et al., 2015; Vigotsky et al., 2015). Estos datos contradicen a recientes estudios donde se ha demostrado que el uso de la SMR, podría mejorar el ROM en la articulación de la cadera (Beardsley & Skarabot, 2015).

Son escasos los estudios que han analizado cómo el uso de la SMR (Freiwald et al., 2016), a través del Foam Roller puede afectar a la estabilidad dinámica corporal, informando sobre los posibles beneficios que reportarían por la mejora en la percepción y capacidad sensoriomotora del organismo. Al igual que los hallazgos reportados en estudios previos, los resultados del presente TFG informan de que la estabilidad dinámica no experimentó mejoras clínicamente relevantes en la recuperación en ninguno de los participantes, con lo que parece ser que esta variable, no se ve afectada por el protocolo de recuperación utilizado.

En cuanto a la fuerza isométrica, parece ser que PFR repercutió negativamente en la recuperación en ambos participantes. Estos resultados, van en contraposición a lo marcado por la literatura, donde el uso de la SMR, mediante Foam Roller o Massage Roller, parece mantener o no disminuir el rendimiento de los individuos en estos test (Behara et al., 2017; Schroeder & Best, 2015; Sullivan et al., 2013). Quizás, una explicación a esta contradicción entre los resultados reportados por la literatura científica y los obtenidos en el presente TFG pueda estar en el hecho de que la mayoría de estos estudios no hayan implementado un protocolo de trabajo excéntrico (con lo que supone la aparición de las DOMS y el detrimento en el rendimiento que ello conlleva), previo a la utilización del implemento, como el utilizado en el presente TFG (Cheung et al., 2003; Mizumura & Taguchi, 2016).

Del análisis del perfil de fuerza y velocidad utilizando la aplicación MySprint, se extrajeron los valores relacionados con el Tiempo Total de la prueba, donde no parece existir diferencias clínicamente relevantes entre post-48h y post-intervención en ninguno de los dos participantes; así como los relacionados con la Potencia Máxima Relativa, donde en el caso del participante A, PRP reportó una peor recuperación, mientras que en el caso del participante B, todos los protocolos reportaron diferencias clínicamente relevantes entre post-48h y post-intervención. Son escasos y contradictorios los estudios que han analizado la utilización de la SMR, y su efecto en valores relacionados con la velocidad, potencia y fuerza, no mostrándose el uso de esta técnica mediante el Foam Roller como implemento que incremente los valores de dichas variables (Behara et al., 2017; Cheatman et al., 2015; Freiwald et al., 2016; Healey et al., 2014; McDonald et al., 2014).

La variable dolor experimentado ha sido una de las más estudiadas en cuanto a la utilización de protocolos de recuperación post – ejercicio se refiere (Beardsley & Skarabot, 2015; Cheatman et al., 2015; Jay et al., 2014; McDonald et al., 2014; Pearcey et al., 2015; Schroeder & Best, 2015). En este caso, de los datos extraídos, únicamente el participante A mostró diferencias clínicamente relevantes en cuanto a la sensación dolorosa entre post-48h y post-intervención cuando se aplicó PFR, aunque estas fueron menores que cuando se aplicó PRP. Por tanto, no parecieron mostrarse los beneficios asociados a la liberación miofascial utilizando este implemento, los cuales se asocian con una liberación del tejido miofascial y un mejor retorno sanguíneo hacia la zona, disminuyendo los procesos inflamatorios ocasionados

por el entrenamiento y/o competición (Beardsley & Skarabot, 2015; Cheatman et al., 2015; Jay et al., 2014; McDonald et al., 2014; Pearcy et al., 2015; Schroeder & Best, 2015).

A pesar de que el presente TFG presenta aspectos novedosos en cuanto al diseño del estudio, así como a los instrumentos de medida utilizados, presenta ciertas limitaciones que deben ser descritas. Así, y, en primer lugar, destacar como principal limitación el escaso tamaño de la muestra, lo que impide extraer conclusiones rotundas de los datos arrojados por las mediciones. Otra limitación a destacar es la inexperiencia de los sujetos utilizando este tipo de implemento, ya que, en ninguno de los dos casos, se conocía previamente al estudio ni el implemento, ni la técnica con la que se debían de reproducir los movimientos de SMR; por lo que quizás, con una familiarización más extensa, se hubieran podido conseguir mejores resultados, o que éstos estuvieran en línea con lo descrito por la bibliografía.

5. CONCLUSIONES

Tras analizar y comparar el efecto de la SMR, utilizando como implemento el Foam Roller, un protocolo de estiramientos y un protocolo de recuperación pasiva como medidas de recuperación post - ejercicio sobre el ROM, la fuerza – velocidad (Perfil F/V), la fuerza isométrica de la flexo – extensión de rodilla, el equilibrio dinámico unilateral (Y-Balance), y la percepción de dolor (VAS), en dos participantes, podemos concluir que en el caso de ambos participantes, el uso del Foam Roller como implemento para la recuperación post-entrenamiento, no parece reportar beneficios en la recuperación post-ejercicio con respecto a medidas de recuperación clásicas como el estiramiento estático o la recuperación pasiva.

6. REFERENCIAS

1. Ayala, F., de Baranda, P. S., & Cejudo, A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Revista andaluza de Medicina del Deporte*, 5(3), 105-112.
2. Balsalobre-Fernández, C., Marchante, D., Muñoz-López, M., & Jiménez, S. L. (2017). Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. *Journal of Sports Sciences*, 1-7.
3. Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of bodywork and movement therapies*, 19(4), 747-758.
4. Behara, B., & Jacobson, B. H. (2017). Acute effects of deep tissue foam rolling and dynamic stretching on muscular strength, power, and flexibility in Division I linemen. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 888-892.
5. Bradbury-Squires, D. J., Nofthall, J. C., Sullivan, K. M., Behm, D. G., Power, K. E., & Button, D. C. (2015). Roller-massager application to the quadriceps and knee-joint range of motion and neuromuscular efficiency during a lunge. *Journal of Athletic Training*, 50(2), 133-140.
6. Cavanaugh, M. T., Döweling, A., Young, J. D., Quigley, P. J., Hodgson, D. D., Whitten, J. H., ... & Behm, D. G. (2016). An acute session of roller massage prolongs voluntary torque development and diminishes evoked pain. *European Journal of Applied Physiology*, 1-9.
7. Cejudo, A., de Baranda, P. S., Ayala, F., & Santonja, F. (2015). Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 107-113.
8. Chapman D, Newton M, Sacco P, Nosaka K (2006) Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 591–598

9. Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827-838.
10. Cheung, K., Hume, P., Maxwell, L (2003). Delayed-onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33, 145-164
11. Couture, G., Karlik, D., Glass, S. C., & Hatzel, B. M. (2014). The Effect of Foam Rolling Duration on Hamstring Range of Motion. *Open Orthopaedics Journal*, 9, 450-455.
12. Curran, P. F., Fiore, R. D., & Crisco, J. J. (2008). A comparison of the pressure exerted on soft tissue by 2 myofascial rollers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 17(4), 432-442.
13. Cho, S. H., & Kim, S. H. (2016). Immediate effect of stretching and ultrasound on hamstring flexibility and proprioception. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(6), 1806-1808.
14. Sainz De Baranda, P., Cejudo, A., Ayala, F., & Santonja, F. (2015). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadoras senior de fútbol sala. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (409), 35-48.
15. Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J., & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for adults: informing development of a conceptual model of health through sport. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 135.
16. Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J., & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 98.
17. Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2010). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British journal of sports medicine*, bjsports77560.
18. Freiwald, J., Baumgart, C., Kühnemann, M., & Hoppe, M. W. (2016). Foam-Rolling in sport and therapy–Potential benefits and risks: Part 1–Definitions, anatomy, physiology, and biomechanics. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 32(3), 258-266.
19. Freiwald, J., Baumgart, C., Kühnemann, M., & Hoppe, M. W. (2016). Foam-Rolling in sport and therapy–Potential benefits and risks: Part 2–Positive and adverse effects on athletic performance. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 32(3), 267-275.
20. Krause, D. A., Neuger, M. D., Lambert, K. A., Johnson, A. E., DeVinny, H. A., & Hollman, J. H. (2014). Effects of examiner strength on reliability of hip-strength testing using a handheld dynamometer. *Journal of Sport Rehabilitation*, 23(1), 56-64.
21. Krause, F., Wilke, J., Niederer, D., Vogt, L., & Banzer, W. (2017). Acute effects of foam rolling on passive tissue stiffness and fascial sliding: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 18(1), 114.
22. Luedke, L. E., Heiderscheit, B. C., Williams, D. B., & Rauh, M. J. (2015). Association of isometric strength of hip and knee muscles with injury risk in high school cross country runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 868.
23. MacDonald, G. Z., Button, D. C., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2014). Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(1), 131-142.

24. Mansoubi, M., Pearson, N., Biddle, S. J., & Clemes, S. (2014). The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: A systematic review. *Preventive medicine, 69*, 28-35.
25. Mizumura, K., & Taguchi, T. (2016). Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors. *Journal of Physiological Sciences, 66*(1), 43-52.
26. Monteiro, E.R., Cavanaugh, M.T., Frost, D.M., Silva Novaes, J.d., (2016). Is selfmassage an effective joint range-of-motion strategy? A pilot study, *Journal of Bodywork & Movement Therapies* doi: 10.1016/j.jbmt.2016.10.003.
27. Pearcey, G. E., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training, 50*(1), 5-13.
28. Pearson, N., Braithwaite, R. E., Biddle, S. J., Sluijs, E. M. F., & Atkin, A. J. (2014). Associations between sedentary behaviour and physical activity in children and adolescents: a meta-analysis. *Obesity Reviews, 15*(8), 666-675.
29. Gautschi, R-U. (2012). Trigger points as a fascia- related disorder, in: *Fascia: The Tensional Network of the Human Body*, Elsevier, Edingburgh, pp. 233–243.
30. Romero-Franco, N., Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Rodríguez-Juan, J. J., González-Hernández, J., ... & Balsalobre-Fernández, C. (2016). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: comparison with existing reference methods. *European Journal of Sport Science, 1*-7.
31. Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J. B. (2015). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 26*(8), 648-658
32. Schroeder, A. N., & Best, T. M. (2015). Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Current Sports Medicine Reports, 14*(3), 200-208.
33. Scribbans, T. D., Vecsey, S., Hankinson, P. B., Foster, W. S., & Gurd, B. J. (2016). The effect of training intensity on VO2max in young healthy adults: a meta-regression and meta-analysis. *International journal of Exercise Science, 9*(2), 230.
34. Serrano-Atero, M. S., Caballero, J., Cañas, A., García-Saura, P. L., Serrano-Álvarez, C., & Prieto, J. (2002). Valoración del dolor (I). *Revista de la Sociedad Española del Dolor, 9*(2), 109-21.
35. Shaffer, S. W., Teyhen, D. S., Lorenson, C. L., Warren, R. L., Koreerat, C. M., Straseske, C. A., & Childs, J. D. (2013). Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Military Medicine, 178*(11), 1264-1270.
36. Sindhu, B. S., Shechtman, O., & Tuckey, L. (2011). Validity, reliability, and responsiveness of a digital version of the visual analog scale. *Journal of Hand Therapy, 24*(4), 356-364.
37. Vigotsky, A. D., Lehman, G. J., Contreras, B., Beardsley, C., Chung, B., & Feser, E. H. (2015). Acute effects of anterior thigh foam rolling on hip angle, knee angle, and rectus femoris length in the modified Thomas test. *Peer Journal, 3*, e1281.
38. Tenan, M. S. (2016). Quantifying Emergency Department Visits From Sport and Recreation: Focus on the Lower Extremity and Knee, 1997–2009. *Journal of Athletic Training, 51*(4), 309-316.